

21 世纪信息科学与电子工程系列精品教材

WUXIAN JUYUWANG (WLAN) SHEJI YU SHIXIAN

无线局域网(WLAN)设计与实现

◆ 段水福 历晓华 段 炼 编著

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

TN925/34

2007

● 21 世纪信息科学与电子工程系列精品教材

无线局域网(WLAN)设计与实现

段水福 历晓华 段 炼 编著

浙江大學出版社

内容提要

本书较为详细地介绍了无线局域网的概述、标准、关键技术、设备及附件、拓扑结构、规划与设计、安全与 QoS 设计以及安装、配置与调试、测试与验收等。

本书内容丰富,叙述深入浅出,不仅注重理论方法的引导,更注重工程实际的应用。本书可作为大专院校信息工程类、计算机网络技术等专业的教材,同时也适合从事网络组建、网络管理等工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

无线局域网(WLAN)设计与实现 / 段水福, 历晓华, 段炼 编著
著. —杭州:浙江大学出版社, 2007. 11
ISBN 978-7-308-05617-5

I. 无… II. ①段… ②历… ③段… III. 无线电通信—局部网络—
高等学校—教材 N. TN925

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 164234 号

责任编辑 应伯根 魏文娟

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.75

字 数 543 千

版 次 2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 978-7-308-05617-5

定 价 31.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

前 言

无线局域网(wireless LAN)简称 WLAN,是利用无线射频技术构成的局域网络,它不需要铺设电缆,不受节点布局的限制。网络拓扑结构具有很大的灵活性,而且安装便捷、使用灵活、费用节省、易于扩展。无线局域网应用范围非常广泛,是当今网络发展的一个主要潮流,可应用于无线办公、无线医院、无线校园、无线社区、无线厂房、无线 SOHO、无线会议等。当前,无线城市的概念也逐渐开始出现在各种媒体中。

无线局域网越来越受到全球的普遍关注,它就像一颗璀璨的明珠,在众多 IT 技术中显得尤为醒目耀眼,很多人都想方设法去研究和掌握它,然而,实际上它并不简单,因为要想真正理解它,单就技术而言,就需要了解网络技术、微波通信技术和信息安全技术等。本书以循序渐进的方法,试图让读者快速地熟悉无线局域网的关键技术,迅速地了解无线局域网的设备性能,并能掌握无线局域网的配置技巧,从而达到轻松自如地设计与组建无线局域网的目的。这是撰写本书的指导思想,也是章节安排的线索。

全书共 10 章,主要内容包括:第 1 章是无线局域网概述,主要介绍无线局域网的基本概念、技术定位、采用的频段、技术各类、管理机构以及发展历程;第 2 章是无线局域网标准,主要介绍国际主流标准——IEEE 802.11 系列标准,除此之外,还介绍了 WiMAX 系列标准;第 3 章是无线局域网关键技术,主要介绍物理层的关键技术、数据链路层的关键技术;第 4 章是无线局域网设备及附件,主要介绍常用设备工作原理和产品实例,如无线网卡、无线天线、无线 AP、无线网桥、无线路由器、以太网供电(POE)交换机以及无线交换机等;第 5 章是无线局域网拓扑结构,主要介绍无中心拓扑和有中心拓扑,以及无线网状网(Mesh)拓扑结构;第 6 章是无线局域网规划与设计,主要介绍无线局域网的设计方法和步骤——确定设计目标,进行需求分析、站点确定、设备选型、设计方案的编写等过程,并附有设计成功案例;第 7 章是无线局域网安全与 QoS 设计,主要介绍无线局域网的安全措施,以及如何在无线局域网中实现安全策略和 QoS 功能;第 8 章是无线局域网安装,主要讲解无线接入点 AP 的安装;第 9 章是无线局域网配置与调试,包括无线客户端、无线接入点 AP 及无线交换机的配置与调试;第 10 章是无线局域网测试与验收,主要介绍测试的观点、工具、项目以及方法,最后讲解无线局域网的优化。

本书力图将一般性的模式和规律总结出来呈现给读者,希望读者读完此书后能够对无线局域网的技术和应用有一个整体的认识,并且在遇到实际问题时能够轻松地拿出一个实用、合理的解决方案。

在介绍无线局域网设备配置时,本书以杭州华三通信技术有限公司生产的无线控制器 H3C WX5002 系列为例来说明无线交换机的配置,具有一定的代表性,读者可以举一反三。在此,感谢杭州华三通信技术有限公司的鼎力支持。同时也感谢浙江大学网络与信息中心提供组建无线局域网的实践机会。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2007年10月于杭州

目 录

第 1 章 无线局域网概述	1
1.1 各种无线网技术定位	1
1.2 无线局域网采用非专用频段	2
1.3 无线局域网的特点	4
1.4 Bluetooth 技术	5
1.5 IrDA 技术	5
1.6 NFC 技术	6
1.7 ZigBee 技术	7
1.8 UWB 技术	8
1.9 无线局域网的组织机构	8
1.10 无线局域网的发展历程	10
第 2 章 无线局域网标准	12
2.1 IEEE 802.11	13
2.2 IEEE 802.11b	16
2.3 IEEE 802.11a	17
2.4 IEEE 802.11g	20
2.5 IEEE 802.11b/a/g 标准比较	21
2.6 IEEE 802.11n	22
2.7 IEEE 802.11e	25
2.8 IEEE 802.11h	27
2.9 IEEE 802.11i	28
2.10 WiMAX 系列标准	29
第 3 章 无线局域网关键技术	41
3.1 无线局域网物理层的关键技术	41
3.2 无线局域网数据链路层的关键技术	56
第 4 章 无线局域网设备及附件	81
4.1 无线网卡	81
4.2 无线天线	85
4.3 馈线与连接器、功分器和避雷器	93
4.4 无线接入点(AP)	93
4.5 无线网桥	99

4.6	无线路由器	102
4.7	POE 交换机和以太网供电模块	107
4.8	无线交换机	113
4.9	无线网关	124
第 5 章	无线局域网拓扑结构	127
5.1	无线局域网拓扑结构	127
5.2	Mesh 结构	131
第 6 章	无线局域网规划与设计	137
6.1	设计目标	137
6.2	设计原则	138
6.3	需求分析	141
6.4	设计无线局域网首要考虑的几个问题	144
6.5	产品的选择	152
6.6	网络方案的编写	153
6.7	解决方案实例	156
第 7 章	无线局域网安全与 QoS 设计	159
7.1	无线局域网安全的严峻挑战	159
7.2	无线网络的安全措施	161
7.3	无线局域网 QoS 设计	194
第 8 章	无线局域网安装	195
8.1	安装前准备	195
8.2	室内型安装	197
8.3	室外型安装	198
8.4	网络连接	209
第 9 章	无线局域网配置与调试	211
9.1	无线客户端的安装与配置	211
9.2	AP 的配置	216
9.3	无线交换机的配置	232
第 10 章	无线局域网测试与验收	294
10.1	无线局域网测试与验收概述	294
10.2	测试工具	299
10.3	测试项目和测试方法	311
10.4	无线网中如何定位和测试干扰源	316
10.5	无线局域网的优化	318

无线局域网概述

一般而言,凡是采用无线传输的计算机局域网络都可称为无线局域网(wireless local-area network, WLAN)。具体地说,以无线电波、激光、红外线等来代替有线局域网中的部分或全部传输媒介便构成了无线局域网。而就应用层面来讲,它与有线网络的用途完全一样,两者的最大区别在于传输媒介的不同。无线数据通信不仅可以作为有线数据通信的补充和延伸,而且还可以与有线网络环境互为备份。

无线局域网是计算机网络与无线通信技术相结合的产物。它利用射频(radio frequency, RF)技术,取代旧式的双绞线构成局域网络,提供传统有线局域网的所有功能。网络所需的基础设施不需再埋在地下或隐藏在墙壁里,而且可以随需移动或变化。它使用无线信道来接入网络,为通信的移动化、个人化和多媒体应用提供了潜在的手段,并成为宽带接入的有效手段之一。因此,无线局域网可以达到“信息随身化、便利走天下”的理想境界。

1.1 各种无线网技术定位

目前,市场上采用无线网技术进行通信的手段很多。例如利用蓝牙(bluetooth)和红外(IrDA)技术组成的网络,传输数据速率中低($<1\text{Mbps}$),传输距离短,因而将它们定义为无线个人网(wireless personal area network, WPAN)。WPAN 主要用于个人用户的工作空间,典型的距离覆盖为几米,可以与计算机同步传输文件,也可以访问本地外围设备,如打印机等。

而利用 IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g 等标准组成的网络,其传输数据速率达到中高($2\sim 54\text{Mbps}$),传输距离中等,因而定义为无线局域网(WLAN)。这也给出了无线局域网的狭义定义——凡是遵循 IEEE 802.11 系列协议标准的网络均定义为无线局域网。许多文章和书籍都采用这样的定义。这些协议是由国际电气与电子工程师协会(IEEE)制定的,经过多年的发展已经逐渐成为事实上的行业标准。这也是本书要介绍的重点。

此外,我们还可以从图 1.1 中看出利用其他技术组成的无线城域网(WMAN)和无线广域网(WWAN)的定义。

WPAN 无线个人网	WLAN 无线局域网	WMAN 无线城域网	WWAN 无线广域网
IrDA Bluetooth	802.11b 802.11a 802.11g	802.16 MMDS LMDS	GSM GPRS CDMA 2.5~3G
中低数据速率	中高数据速率	高数据速率	低数据速率
短距离	中等距离	中长距离	长距离
笔记本/PC机/ 打印机/键盘/电话	笔记本电脑和 手持设备无线联网	固定, 最后一公里接入	PDA设备与手持 设备到互联网
<1Mbps	2~54Mbps	22~54Mbps	10~384Kbps

图 1.1 各种无线网技术定位

1.2 无线局域网采用非专用频段

尽管各类无线网所遵循的标准和规范有所不同,但就其传输方式来看则不外乎两种:无线电波方式和红外线方式。其中,红外线传输方式是目前应用最广泛的一种无线网技术,我们使用的家电遥控器几乎都是采用了红外线传输技术。从图 1.2 可看出,红外线辐射的电磁频谱在可见光和微波之间。利用红外线进行通信的网络通过空气传输数据,红外线系统使用相当高的频率作为传输数据机制。作为一种无线网的传输方式,红外线传输的最大优点是不受无线电波的干扰,而且红外线的使用也不会被国家无线电管理委员会加以限制。但是,红外线传输方式的传输质量受距离的影响非常大,并且红外线对非透明物体的穿透性也非常差,这就直接导致了红外线传输技术与计算机无线网的“主角地位”无缘。相比之下,无线电波传输方式的应用则广泛得多了。

从图 1.2 可以看出,无线电波划分为许多频段,其中有的分配给广播、电视或移动电话使用,这些频段的使用需要经过各个国家的无线电管理委员会批准。而无线局域网一般选择的是 ISM 频段,这里 ISM 分别取于 Industrial, Scientific 及 Medical 的第一个字母。许多工业、科研和医疗设备的发射频率均集中于该频段。ISM 频段又分为工业(902~928MHz)、科学研究(2.42~2.4835GHz)和医疗(5.725~5.850GHz)三个频段——由美国联邦通信委员会(federal communications commission, FCC)分配的不必许可证的无线电频段(功率不能超过 1W)。1997 年 1 月,国际标准组织核准了用于无线局域网(WLAN)的是科学研究和医疗频段。这个频段,在各个国家的无线管理机构中,例如美国的 FCC、欧洲的 ETSI 和日本的 MKK 都是非注册使用频段。在美国,如果发射功率及带宽辐射满足美国联邦通信委员会(FCC)的要求,则无须向 FCC 提出专门的申请即可使用 ISM 频段。这样,使用 IEEE 802.11 的客户端设备就不需要任何无线许可,所以无线局域网的组建无须有关部门的批准。这项政策使各大公司和终端用户不需要获得 FCC 许可证就可以生产和使用无线产品,从而促进了 WLAN 技术的发展和应用。

900MHz ISM 频段指的是 902~928MHz 的频率,更为正确的定义是 $915 \pm 13\text{MHz}$,带宽为 26MHz,主要用于工业。900MHz ISM 频段曾用于无线局域网,但是该频段过于狭窄,使得

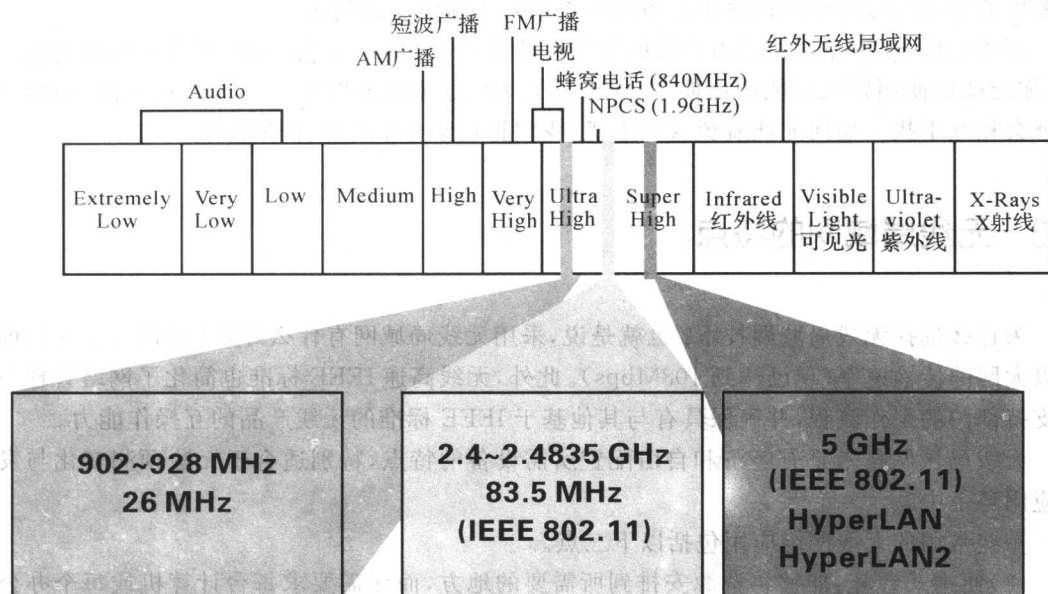


图 1.2 无线局域网采用非专用频段

900MHz ISM 频段使用大为减少。当然,家用无绳电话和无线监控系统现在仍使用这个频段。

2.4GHz ISM 频段指的是 2.400~2.500GHz 的频率,更为正确的定义是 2.4500GHz ± 50MHz,带宽为 100MHz,主要留给科学研究用。无线局域网遵循 IEEE 802.11,802.11b 和 802.11g 标准的相关产品都使用这一频段,它是 3 个 ISM 频段中最为常用的。实际上,在这 100MHz 的带宽中无线局域网设施实际使用的只是 2.4000~2.4835GHz 频段,所以实际无线局域网的带宽只有 83.5MHz,其最主要的原因在于 FCC 限定了 2.4GHz ISM 频段中的功率输出只能在此频段。

5GHz ISM 频段指的是 5.15~5.825GHz 的频率,带宽总计为 675MHz,主要划给医疗事业用。无线局域网使用不是全部带宽,而只是使用了其中的一部分。

除了 ISM 频段外,在美国,FCC 还划定了 3 个 UNII(unlicensed national information infrastructure)都位于 5GHz,带宽为 100MHz。5GHz UNII 频段由 3 个独立带宽为 100MHz 的频段组成,分别称为低、中、高频段,主要用于 IEEE 802.11a 的相关产品。低频段指的是 5.15~5.25GHz 频率。中频段指的是 5.25~5.35GHz 频率。高频段指的是 5.725~5.825GHz 频率。每个频段中又有 4 个由 5MHz 间隔的非重叠的频道。FCC 规定低频段是用于室内设备,中频段可以兼顾室内与室外设备,高频段只能适用于室外设备。因为大多接入点都位于室内,所以 5GHz UNII 频段可允许存在 8 个使用低、中频段的非重叠的室内 AP。

值得指出的是,虽然采用了 ISM 频段,无需批准即可组建无线局域网,但无线网络设备的射频规范必须成为重点关注的部分。我国的频率管理机构是国家无线电管理局(state radio regulatory commission,SRRC)。SRRC 是隶属于信息产业部的一个部门。为了明确射频功率对人体的辐射以及对电子设备的电磁干扰的界限,国家无线电管理局在 2002 年颁布了 353 号规定《关于调整 2.4GHz 频段发射功率限值及有关问题的通知》文件。其中明确规定,室内无线设备的等效射频功率不得高于 20dBm(100mW),室外无线设备的等效射频功率不得高于 27dBm(500mW)。因此,在规划新的无线网络时,应该严格遵循国家规定,控制无线电射频,避

免超标的射频信号对园区内电子设备的影响和对人体健康的伤害。

还要指出,这种免申请自由开放的频段也给使用者带来了不便,因为对你开放也对别人开放,你能随便使用别人也能随便使用,如果邻近单位或家庭同时安装了无线局域网,则两个系统就会相互干扰。如何才能避免这种干扰,我们将在第 5 章再作详细介绍。

1.3 无线局域网的特点

为什么选择无线局域网技术?也就是说,采用无线局域网有什么好处?原因在于它目前拥有以太网的传输速率(现已达到 108Mbps)。此外,无线高速 IEEE 标准也简化了网络管理与技术支持部门的工作流程,并确保具有与其他基于 IEEE 标准的无线产品的互操作能力。

无线局域网技术具有经济和自由配置所需设备的特点,特别适合于无法预测变化与发展的应用环境中。

一些常用的无线网络应用包括以下三点。

(1)便携式计算:能够将资源安排到所需要的地方,而无需要求每台计算机或每个办公室之间的硬线连接。利用无线局域网,可以从任何一间教室或办公室通过一条硬连线连接到无线访问点,从而通过无线局域网的适配器为多个 PC 设备提供网络访问能力。

(2)灵活、移动的 Internet 访问能力:对众多试图提供独特的 Internet 与电子邮件访问能力的公司来说,传统的有线技术具有很大的费用制约性,而采用无线网络就不必有这些顾虑,并能够向职员提供公司内的移动网络访问能力。

(3)集成化的远程站点与设备:无线技术能够用来连接以太网的网络硬件,提供对远程站点与用户快速、经济的集成。我们只需花费少量的挖沟铺设电缆的费用或者每月支付一定的使用费用,就能够利用该技术提供视线内连接(最远连接 25 英里内的天线),或者替代连接各建筑物间的 T1 硬连线。无线的点ToPoint或单点到多点连接,不仅能够服务于办公室、仓库、咖啡馆甚至图书馆等公用设施,而且还可支持全社区信息和教学网络。无线技术还能够使多个公司不必使用电缆或专用线路,共享一条连接到 Internet 的高速链路。

更快的 Internet 访问速度增强了公司的能力,极大地降低了租用线路的再发生费用,从而带来巨大的经济效益。利用无线网桥你能够向客户提供将远程站点接入单一局域网的经济合理的解决方案,并能够避免像高速公路、铁路、河道等有线连接时所面临的种种阻碍。没有许可申请要求,没有通行权问题,也没有租用线路的再发生费用,无线桥路的费用将远远低于 T1 线路或光纤电缆。另外,它还具有方便安装和配置的特点,可在一天之内安装完毕。

无线局域网可以作为传统有线网络的延伸,在某些环境中还可以替代传统的有线网络。对比于传统的有线网络,无线局域网的显著特点包括:

- ◆ 移动性。在大楼或园区内,局域网用户不管在什么地方都可以实时地访问信息。
- ◆ 安装的快速性和简单性。安装无线局域网系统既快速又简单,同时消除了穿墙或过天花板布线的繁琐工作。
- ◆ 安装的灵活性。无线技术可以使网络遍及有线网络所不能到达的地方。
- ◆ 减少投资。尽管无线局域网硬件的初始投资要比有线硬件高,但一方面无线网络减少了布线的费用,另一方面在需要频繁移动和变化的动态环境中,无线局域网的投资更有回报。
- ◆ 扩展能力。无线局域网可以组成多种拓扑结构,也可以十分容易地从少数用户的对等

网络模式扩展到上千用户的结构化网络。

下面介绍一些有关无线网使用的技术。

目前,使用较广泛的近距离无线通信技术有蓝牙(bluetooth)、无线局域网 802.11(Wi-Fi)和红外数据传输(IrDA)。同时,还有一些具有发展潜力的近距离无线技术标准,它们分别是 ZigBee、超宽频(ultra wideband)、短距通信(NFC)、WiMedia、GPS、DECT 和专用无线系统等。它们都有其立足的特点,或基于传输速度、距离、耗电量的特殊要求,或着眼于功能的扩充性,或符合某些单一应用的特别要求,或建立竞争技术的差异化等,但是没有一种技术可以完美到足以满足所有的需求。

现将几种主要的技术简述如下。

1.4 Bluetooth 技术

蓝牙(bluetooth)技术是近几年出现的,广受业界关注的近距离无线连接技术。它是一种无线数据与语音通信的开放性全球规范,以低成本的短距离无线连接为基础,可为固定的或移动的终端设备提供接入服务。

蓝牙技术是一种无线数据与语音通信的开放性全球规范,其实质内容是为固定设备或移动设备之间的通信环境建立通用的近距离无线接口,将通信技术与计算机技术进一步结合起来,使各种设备在没有电线或电缆相互连接的情况下,能在近距离范围内实现相互通信或操作。其传输频段为全球公用的 2.4GHz ISM 频段,提供 1Mbps 的传输速率和 10m 的传输距离。

蓝牙技术诞生于 1994 年,当时 Ericsson 为建立手机及其附件间的通信,决定开发一种低功耗、低成本的无线接口。该技术还陆续获得了 PC 行业巨头的支持。1998 年,蓝牙技术协议由 Ericsson,IBM,Intel,NOKIA,Toshiba 等 5 家公司达成一致。

蓝牙协议的标准版本为 IEEE 802.15.1,由蓝牙小组(SIG)负责开发。IEEE 802.15.1 的最初标准是基于蓝牙 1.1 实现的,后者已被构建到现行的很多蓝牙设备中。新版 IEEE 802.15.1a 基本等同于蓝牙 1.2 标准,具备一定的 QoS 特性,并完整保持后向兼容性。

但蓝牙技术遭遇到最大的障碍是过于昂贵,突出表现在芯片大小和价格难以下调、抗干扰能力不强、传输距离太短、信息安全问题等。这就使得许多用户不愿意花大价钱来购买这种无线设备。因此,业内专家认为,蓝牙的市场前景取决于蓝牙价格和基于蓝牙的应用是否能达到一定的规模。

1.5 IrDA 技术

红外线数据协会 IrDA(infrared data association)成立于 1993 年。起初,采用 IrDA 标准的无线设备仅能在 1m 范围内以 115.2 Kbps 的速率传输数据,但很快发展到 4Mbps 和 16Mbps 的速率。

IrDA 是一种利用红外线进行点对点通信的技术,是第一个实现无线个人网(WPAN)的技术。目前,它的软、硬件技术都很成熟,在小型移动设备如 PDA、手机上都已广泛使用。事实

上,当今每一个出厂的 PDA 以及许多手机、笔记本电脑、打印机等产品都支持 IrDA。

IrDA 的主要优点是无需申请频率的使用权,因而红外通信成本低廉,并且还具具有移动通信所需的体积小、功耗低、连接方便、简单易用等特点。此外,红外线发射角度较小,传输安全性高。

IrDA 的不足之处在于它是一种视距传输,两个相互通信的设备之间必须对准,中间不能被其他物体阻隔,因而该技术只能用于 2 台(非多台)设备之间的连接。而蓝牙就没有此项限制,且不受墙壁的阻隔。IrDA 目前的研究方向是如何解决视距传输问题及怎样提高数据传输率。

1.6 NFC 技术

近距离无线传输(near field communication,NFC)是由 Philips,NOKIA 和 Sony 主推的一种类似于射频识别技术(radio frequency identification,RFID)的短距离无线通信技术标准。和 RFID 不同的是,NFC 采用了双向识别和连接。

NFC 最初仅仅是遥控识别和网络技术的合并,但现在已发展成无线连接技术。它能快速自动地建立无线网络,为蜂窝设备、蓝牙设备、Wi-Fi 设备提供一个“虚拟连接”,使电子设备可以在短距离范围内进行通讯。NFC 的短距离交互大大简化了整个认证识别过程,使电子设备间互相访问更直接、更安全和更清楚,不用再听到各种电子杂音。

NFC 通过在单一设备上组合所有的身份识别应用和服务,帮助解决记忆多个密码的麻烦,同时也保证了数据的安全保护。有了 NFC,多个设备如数码相机、PDA、机顶盒、电脑、手机等之间的无线互联、彼此交换数据或服务都将有可能实现。

此外,NFC 还可以将其他类型无线通讯(如 Wi-Fi 和蓝牙)“加速”,实现更快和更远距离的数据传输。每个电子设备都有自己的专用应用菜单,而 NFC 可以创建快速安全的连接,无需在众多接口的菜单中进行选择。与知名的蓝牙等短距离无线通讯标准不同的是,NFC 的作用距离进一步缩短且不像蓝牙那样需要有对应的加密设备。

同样,构建 Wi-Fi 家族无线网络需要多台具有无线网卡的电脑、打印机和其他设备。除此之外,还得有一定技术的专业人员才能胜任这一工作。而 NFC 被置入接入点之后,只要将其中两个设备靠近就可以实现交流,比配置 Wi-Fi 连接容易得多。

NFC 有以下两种应用类型:

(1)设备连接。除了无线局域网,NFC 也可以简化蓝牙连接。比如,手提电脑用户如果想在机场上网,他只需要走近一个 Wi-Fi 热点即可实现。

(2)实时预定。比如,海报或展览信息背后贴有特定芯片,利用含 NFC 协议的手机或 PDA,便能取得详细信息,或是立即联机使用信用卡进行票券购买,而且,这些芯片无需独立的能源。

总而言之,这项新技术正在改写无线网络连接的游戏规则,但 NFC 的目标并非是完全取代蓝牙、Wi-Fi 等其他无线技术,而是在不同的场合、不同的领域起到相互补充的作用。如今的 NFC 发展态势相当迅速,有后者居上之势。

1.7 ZigBee 技术

ZigBee 主要应用在短距离范围之内,并且数据传输速率不高的各种电子设备之间。ZigBee 名字来源于蜂群使用的赖以生存和发展的通信方式,蜜蜂通过跳 ZigZag 形状的舞蹈来分享新发现的食物源的位置、距离和方向等信息。

ZigBee 联盟成立于 2001 年 8 月。2002 年下半年,Invensys, Mitsubishi, Motorola 以及 Philips 半导体公司的四大巨头共同宣布加盟 ZigBee 联盟,以研发名为 ZigBee 的下一代无线通信标准。到目前为止,该联盟大约已有 27 家成员企业。所有这些公司都参加了负责开发 ZigBee 物理和媒体控制层技术标准的 IEEE 802.15.4 工作组。

ZigBee 联盟负责制定网络层以上协议。目前,标准制订工作已经完成。ZigBee 协议比蓝牙、高速率个人区域网或 802.11x 无线局域网更为简单实用。

ZigBee 可以说是蓝牙的同族兄弟,它使用 2.4 GHz 波段,采用跳频技术。与蓝牙相比,ZigBee 更简单、速率更慢、功率及费用也更低。它的基本速率是 250Kbps,当速率降低到 28Kbps 时,传输范围可扩大到 134m,并获得更高的可靠性。另外,它可与 254 个节点联网,可以比蓝牙更好地支持游戏、消费电子、仪器和家庭自动化应用。人们期望能在工业监控、传感器网络、家庭监控、安全系统和玩具等领域拓展 ZigBee 的应用。

ZigBee 技术特点主要包括以下几个部分:

- ◆ 数据传输速率低。只有 10~250Kbps,专注于低传输应用。
- ◆ 功耗低。在低功耗待机模式下,两节普通 5 号干电池可使用 6 个月以上。这也是 ZigBee 的支持者所一直引以为豪的独特优势。
- ◆ 成本低。因为 ZigBee 数据传输速率低、协议简单,所以大大降低了成本。积极投入 ZigBee 开发的 Motorola 以及 Philips,均已在 2003 年正式推出芯片,飞利浦预估,应用于主机端的芯片成本和其他终端产品的成本比蓝牙更具价格竞争力。
- ◆ 网络容量大。每个 ZigBee 网络最多可支持 255 个设备,也就是说,每个 ZigBee 设备可以与另外 254 台设备相连接。
- ◆ 有效范围小。有效覆盖范围为 10~75m,具体依据实际发射功率的大小和各种不同的应用模式而定,基本上能够覆盖普通的家庭或办公室环境。
- ◆ 工作频段灵活。使用的频段分别为 2.4GHz,868MHz(欧洲)及 915MHz(美国),均为非注册频段。

根据 ZigBee 联盟目前的设想,ZigBee 的目标市场主要有 PC 外设(鼠标、键盘和游戏操控杆)、消费类电子设备(TV,VCR,CD,VCD,DVD 等设备上的遥控装置)、家庭智能控制(照明、煤气计量控制及报警等)、玩具(电子宠物)、医护(监视器和传感器)、工控(监视器、传感器和自动控制设备)等非常广阔的领域。

1.8 UWB 技术

超宽带技术(ultra wideband, UWB)是一种无线载波通信技术,它不采用正弦载波,而是利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据,因此,其所占的频谱范围很宽。

UWB 可在非常宽的带宽上传输信号,美国 FCC 对 UWB 的规定为:在 3.1~10.6GHz 频段中占用 500MHz 以上的带宽。由于 UWB 可以利用低功耗、低复杂度发射/接收机实现高速数据传输,在近年来得到了迅速发展。它在非常宽的频谱范围内采用低功率脉冲传送数据而不会对常规窄带无线通信系统造成大的干扰,并可充分利用频谱资源。基于 UWB 技术而构建的高速率数据收发机有着广泛的用途。

UWB 技术具有系统复杂度低、发射信号功率谱密度低、对信道衰落不敏感、低截获能力、定位精度高等优点,尤其适用于室内等密集多径场所的高速无线接入,非常适于建立一个高效的无线局域网或无线个人网(WPAN)。

UWB 主要应用在小范围、高分辨率,能够穿透墙壁、地面和身体的雷达和图像系统中。除此之外,这种新技术适用于对速率要求非常高(大于 100 Mbps)的 WLAN 或 WPAN。

UWB 最具特色的应用将是视频消费娱乐方面的无线个人网(WPAN)。现有的无线通信方式 802.11b 和蓝牙的速率太慢,不适合传输视频数据;54 Mbps 速率的 802.11a 标准可以处理视频数据,但费用昂贵。而 UWB 有可能在 10 m 范围内,支持高达 110 Mbps 的数据传输速率,不需要压缩数据就可以快速、简单、经济地完成视频数据处理。

具有一定相容性和高速、低成本、低功耗的优点使得 UWB 较适合家庭无线消费市场的需求。UWB 尤其适合近距离内高速传送大量多媒体数据以及可以穿透障碍物的突出优点,让很多商业公司将其看作是一种很有前途的无线通信技术,应用于诸如将视频信号从机顶盒无线传送到数字电视等家庭场合。当然,UWB 未来的前途还要取决于各种无线方案的技术发展、成本、用户使用习惯和市场成熟度等多方面的因素。

虽然每一种无线技术都将遇到它们自身的特殊任务,而且人们在各个地方使用不同的技术,但是它们将有可能配合工作。对于企业来说,绕过主要的无线通信运营商可以节约可观的成本。从长远来看,企业应密切关注各种无线通信技术的发展,选择最适合自己需要的一种标准。

1.9 无线局域网的组织机构

大多数计算机的相关硬件和技术都遵循一定的标准,无线局域网也不例外,不同厂家的产品能够互相兼容,都归功于遵循统一的标准。各国都有相应的组织机构来负责标准的起草和管理。通过对无线局域网技术法律和标准的理解,使我们在实施任何一个无线局域网的时候都能确保遵循兼容标准,并且不与现行的法律法规相抵触。

1.9.1 频率管理机构

美国的频率管理机构是联邦通信委员会(federal communications commission, FCC),其主

要负责协调美国国内和国际的广播、电视、有线和卫星通信等。制定无线局域网必须遵循的法律规定了无线局域网使用的频率和功率、传输技术以及如何在不同的场合使用不同的无线局域网产品。

我国的频率管理机构是国家无线电管理局(state radio regulatory commission, SRRC)。SRRC 隶属于信息产业部。信息产业部是主管全国电子信息产品制造业、通信业和软件业,推进国民经济和社会服务信息化的国务院组成部门。其主要职责是:制定无线电频谱规划,合理开发利用频谱资源;负责无线电频率资源的指配和管理;负责无线电台(站)管理和无线电监测,协调处理电磁干扰事宜,维护空中电波秩序;依法组织实施无线电管制;负责卫星轨道位置协调;根据授权参加有关国际无线电会议,负责涉外无线电管理工作。

1.9.2 标准制定组织

讲到标准化组织,不得不首先提到国际电气和电子工程师联合会(institute of electrical and electronic engineers, IEEE),IEEE 总部设在美国纽约,1985 年在北京也成立了分部。

IEEE 是美国信息产业大多数标准的制定者,它在 FCC 制定的法律范围内制定标准。它不但制定了几乎所有电子和电气的标准,还制定了几乎涵盖任何技术领域的标准,包括汽车、海运、超导体等。当然几乎所有的无线局域网标准也是由 IEEE 制定的(参见第 2 章)。

中国的国家标准是由中国国家标准化管理委员会来进行制定和管理的。该委员会也称为中华人民共和国国家标准化管理局(standardization administration of the people's republic of china, SAC),它是由国务院授权的履行行政管理职能,统一管理全国标准化工作的主管机构。它的主要职责是:参与起草、修订国家标准化法律、法规的工作;拟定和贯彻执行国家标准化工作的方针、政策;拟定全国标准化管理规定,制定相关制度;组织实施标准化法律、法规和规章制度;负责制定国家标准化事业发展规划;负责组织、协调和编制国家标准(含国家标准样品)的制定,修订计划;负责组织国家标准的制定、修订工作;负责国家标准的统一审查、批准、编号和发布等。

还有一些组织,如欧洲电信标准委员会(european telecommunications standards institute, ETSI)和我国宽带无线 IP 标准工作组(china broadband wireless IP standard drop, BWIPS)也做了许多工作。如中国宽带无线 IP 标准工作组的主要任务:提出宽带无线 IP 技术领域相关标准制、修订项目和相关标准的研究课题建议,开展相关标准的起草、意见征求和审查协调等标准制修订工作;开展相关标准在国内外的研讨、宣传、咨询、服务和培训等活动,推动宽带无线 IP 技术相关标准的有力实施;开展与对口的国际标准化组织的交流与合作,推荐、提交相关国际标准的提案;受部科司委托,办理有关事务。在 2003 年 5 月 12 日,编写了《信息技术系统间远程通信交换局域网和城域网特定要求第 11 部分:无线局域网介质访问控制和物理层规范》和《信息技术系统间远程通信和信息交换局域网特定要求第 11 部分:无线局域网介质访问控制和物理层规划——2.4GHz 频段较高速物理层扩展规范》,起草的标准由国家标准化管理委员会发布,标准编号为 GB15629.11 和 GB15629.1102,并于 2003 年 12 月 1 日起实施。

还有一些协会和民间组织,如红外线数据协会(infrared data association, IrDA)及无线以太网兼容联盟(wireless ethernet compatibility alliance, WECA)等组织,都在无线局域网领域作出了不可磨灭的贡献。著名的 Wi-Fi 标准就是由 WECA 提出的。有关标准将在第 2 章中有详细阐述。

1.10 无线局域网的发展历程

人类采用无线技术进行通信已经非常悠久了,但是真正使用无线技术实现计算机的通信还是近三十几年的事情。了解一些无线局域网的发展历程能使我们更好地理解无线局域网技术。

进入 20 世纪 70 年代,人们就开始进行无线电技术与网络技术相融合的研究。1971 年,夏威夷大学的一项研究课题首次将网络技术与无线通信技术相结合,研究人员创造了第一个基于封包式技术的无线通信网络,这个网络称为 ALOHNET。它将分散在 4 个岛屿中的 7 个校园的计算机利用无线的方式连接起来,提供双向的数据通信。

20 世纪 80 年代,伴随着以太网的迅猛发展,具有不用架线、灵活性强等优点的无线局域网也开始兴起。但早期的产品速度非常慢,只有 19.2Kbps~1Mbps。1985 年,FCC 开放了 ISM 频段,允许在低功率条件下无照使用这些频段,也就是我们常说的免许可证频段。这一开放对无线局域网产业产生了巨大的积极影响,使无线局域网设备的顺利开发和广泛使用成为可能。但是当时并没有制定统一的标准。生产厂家根据自己的技术来生产产品,这就存在一个兼容性问题,无线局域网就不可能得到大规模的应用。

1987 年,由 IEEE 802.4 小组开始在 IEEE 802 委员会中进行对无线局域网的研究。最初的兴趣想开发一个使用基于 ISM 频段的等同于令牌总线 MAC 协议无线局域网。在进行了一段时间的合作后,研究人员发现令牌总线不适合于控制无线电介质,因为直接架构与有线网络管理机制上的无线局域网产品存在着易受其他微波噪声干扰、性能不稳定、传输速率低且不易生产等弱点,从而导致无线电频谱不能得到充分利用。于是在 1990 年,IEEE 802 决定成立一个新叫做 IEEE 802.11 工作组,专门从事无线网的研究,由其开发一个 MAC 层协议和物理介质标准。

1991 年 5 月,IEEE 802.11 工作组成立。1997 年 6 月 26 日,IEEE 802.11 标准制定完成,1997 年 11 月 26 日正式发布。IEEE 802.11 标准是第一代无线局域网标准之一,对无线网络技术的发展和作用起到了重要的推动作用,促进了不同厂家的无线网络产品的互联互通。该标准定义了物理层和介质访问控制(MAC)层的规范,允许无线局域网及无线设备制造商建立互操作网络设备。IEEE 802.11 标准公布以后,无线局域网的产品制造厂家提供了大量基于 IEEE 802.11 标准的无线基站设备和无线客户端设备。由于当时有线以太网的速度可以达到 10Mbps,而早期的无线局域网产品在数据传输速率上没有什么优势(仅有 1~2Mbps),且价格又不菲,因此最初的 IEEE 802.11 标准在市场中的反响并不大。

IEEE 802.11 标准为以后相继出现的一系列无线局域网标准的发展奠定了最为重要的基础。1999 年 9 月,工作组又对 IEEE 802.11 标准作了修正和扩展,除原 IEEE 802.11 的内容之外,增加了基于简单网络管理协议(SNMP)的管理信息库(MIB),以取代原 OSI 协议的管理信息库。另外还增加高速网络内容,就是经常提到的 IEEE 802.11a 和 IEEE 802.11b。通用标准的发展和无线局域网传输速率的提高都起到了市场催化剂的作用,此时,无线局域网市场已进入快速发展的阶段。

2000 年 3 月,IEEE 802.11 工作组成立了一支研究小组探索扩充 IEEE 802.11b 标准,以达到高于 20Mbps 数据速率的可行性。2000 年 7 月,IEEE 将该研究小组转变为 IEEE 802.11g 专攻组,其任务是为在 2.4GHz 频带内达到更高速率定义新标准。2003 年 3 月,IEEE 批准了